

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

SULAMITA MOREIRA MAIA FREIRE

QUALIDADE DO URUCUM (*Bixa orellana* L.) PRODUZIDO PELOS AGRICULTORES  
FAMILIARES DO AGRESTE PARAIBANO

João Pessoa

2017

SULAMITA MOREIRA MAIA FREIRE

QUALIDADE DO URUCUM (*Bixa orellana* L.) PRODUZIDO PELOS AGRICULTORES  
FAMILIARES DO AGRESTE PARAIBANO

Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia de Alimentos, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, da Universidade Federal da Paraíba, apresentado como pré-requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque

Co-orientadora: Profa. MSc. Cristiani Viegas Brandão Grisi

João Pessoa

2017

F866q Freire, Sulamita Moreira Maia.

Qualidade do urucum (*Bixa orellana* L.) produzido pelos agricultores familiares do Agreste paraibano. [recurso eletrônico] / Sulamita Moreira Maia Freire. – 2017.  
81 p. : il. color. + CD.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Orientador: Dra. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque.

Co-Orientador: Me. Cristiani Viegas Brandão Grisi.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Tecnologia de Alimentos) – CTDR/UFPB.

1. Antioxidante - Urucum. 2. Alagoinha - Paraíba – Agricultura familiar. 3. Bixina. 4. Tocotrienol. I. Albuquerque, Carolina Lima Cavalcanti de. II. Grisi, Cristiani Viegas Brandão. III. Título.

CDU: 633.863(043.2)

Catálogo na Publicação (CIP)  
Biblioteca Setorial do CTDR/UFPB, PB, Brasil




SULAMITA MOREIRA MAIA FREIRE


**QUALIDADE DO URUCUM (*Bixa orellana* L.) PRODUZIDO PELOS  
AGRICULTORES FAMILIARES DO AGRESTE PARAIBANO**


Trabalho de conclusão de curso apresentado a  
Universidade Federal da Paraíba, como parte  
das exigências para a obtenção do título de  
Tecnólogo de Alimentos.

João Pessoa, 02 de JUNHO de 2017.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. Dra. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque  
Universidade Federal da Paraíba – UFPB  
(Orientadora e Presidente da Banca Avaliadora)

  
Profa. MSc. Cristiani Viegas Brandão Grisi  
Universidade Federal da Paraíba  
(Membro da Banca Avaliadora)

  
Prof. Dr. João Paulo de Sousa Prado  
Universidade Federal da Paraíba – UFPB  
(Membro da Banca Avaliadora)

Dedico aos meus pais por sempre me darem bons exemplos e por estarem ao meu lado nos momentos em que mais preciso.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por ser tão maravilhoso, nunca ter me deixado desistir, ter me dado forças nos momentos em que eu mais precisei sem me deixar fraquejar em momentos difíceis e por ter me guiado e dado sabedoria para seguir os caminhos certos da vida.

Aos meus pais Josenilda Moreira Maia Freire e Saulo de Medeiros Freire por todo esforço e sacrifício que fizeram para que eu pudesse chegar até aqui, por sempre fazerem de tudo para que eu alcançasse meus sonhos, sempre me incentivando e por todo amor.

Ao meu namorado Breno, por todo apoio, ajuda e paciência durante esses quatro anos e por todo amor e carinho.

A minha orientadora professora Dr<sup>a</sup> Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque, por compartilhar seus conhecimentos, compreensão e dedicar seu tempo para orientação e realização deste trabalho.

A minha Co-orientadora professora Cristini Grisi, por toda ajuda durante esse longo período de pesquisa, por estar presente em TODOS os momentos, incentivando e nunca deixando com que o cansaço ou coisas erradas me fizessem desistir e por todos os conhecimentos compartilhados.

Ao professor João Paulo por aceitar fazer parte da banca examinadora, ao professor Ismael Rockenbach e Graciele Borges pelas primeiras oportunidades em pesquisas, despertando cada vez mais meu interesse e a todos os professores do CTDR, por tantas palavras sábias e conhecimentos, devo a todos tudo que aprendi neste período.

Ao Rubens Fernandes da Costa. Diretor Chefe da estação experimental EMEPA - Alagoinha (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba).

A Indústria KRAKI – Kienast & Kratschamer LTDA e Viviane Ferraccioli, Gerente de Controle de Qualidade e Pesquisa Laboratorial.

A Professora Maria Lucia da Conceição e Laboratório de Microbiologia e Bioquímica de alimentos. Departamento de Nutrição, CCS-UFPB.

As minhas amigas e parceiras de pesquisa Simone e Andressa por sempre me ajudarem, pelo companheirismo, pela presença ao longo dessa pesquisa, a força que sempre me deram e pela amizade.

Aos meus colegas de curso, em especial Amora, por ter se tornado uma grande amiga, por sua presença durante todos esses anos em que compartilhamos muitos bons momentos.

Aos técnicos de laboratório e funcionários do CTDR, por toda ajuda e paciência, em especial Aline, Cláudia, Heloísa e José Carlos.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”

José de Alencar



## RESUMO

As sementes do urucum (*Bixa orellana* L.) são muito utilizadas, com diversos fins, principalmente como ingrediente culinário, utilizado também pelas indústrias alimentícias para dar cor aos alimentos, por indústrias farmacêuticas para fabricação de cosméticos e para fins medicinais. O urucum (*Bixa orellana* L.) é cultivado em todo Brasil, porém atualmente o maior cultivo encontra-se nas regiões Sudeste e Norte, muitos agricultores utilizam a comercialização da semente como meio de sustento familiar, sendo que ainda enfrentam muitas dificuldades devido à variação na qualidade do produto que ocasiona a desvalorização no preço de comercialização. Segundo pesquisas o urucum (*Bixa orellana* L.) possui grande potencial antioxidante, sendo possível encontrar em suas sementes bixina e tocotrienóis, compostos de maior interesse para indústrias, pois quanto maior o teor destes compostos maior será o valor agregado para comercialização. Diante disso, essa pesquisa tem por objetivo analisar sementes de urucum em duas localidades do Agreste Paraibano, a cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim município de Alagoinha. Foi investigada a composição físico-química das sementes de urucum, e observou-se que o teor de lipídios ( $4,12 \pm 0,28$ ) e ( $2,69 \pm 0,19$ ), amido ( $7,21 \pm 0,05$ ) e ( $9,15 \pm 0,08$ ) e atividade de água ( $0,52 \pm 0,01$ ) e ( $0,63 \pm 0,01$ ), apresentaram diferença significativa, para cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim, respectivamente. Portanto, conclui-se que a semente de Alagoinha é de melhor qualidade quanto a atividade antioxidante devido ao elevado teor de bixina e presença de tocotrienol.

**Palavras-chave:** Antioxidante. Bixina. Tocotrienol. Lipídios. Amido

## ABSTRACT

The seeds of annatto (*Bixa orellana* L.) are widely used, for various purposes, mainly as a culinary ingredient, also used by the food industries to give color to foods, by pharmaceutical industries for the manufacture of cosmetics and for medicinal purposes. Annatto (*Bixa orellana* L.) is cultivated throughout Brazil, but currently the largest cultivation is found in the Southeast and North regions, many farmers use the commercialization of the seed as a means of family support, and still face many difficulties due to variation in the quality of the product that causes the devaluation in the sale price. According to research, the annatto (*Bixa orellana* L.) has great antioxidant potential, being possible to find in its seeds bixin and tocotrienols, compounds of greater interest for industries, because the higher the content of these compounds the greater the added value for commercialization. Therefore, this research aims to analyze annatto seeds in two localities of Agreste Paraibano, the city of Alagoinha and Settlement Senhor do Bonfim municipality of Alagoinha. The physico-chemical composition of urucum seeds was investigated, and the lipid content ( $4.12 \pm 0.28$ ) and ( $2.69 \pm 0.19$ ), starch ( $7.21 \pm 0.05$ ) and ( $9.15 \pm 0.08$ ) and water activity ( $0.52 \pm 0.01$ ) and ( $0.63 \pm 0.01$ ), presented a significant difference, for Alagoinha city and Senhor do Bonfim settlement, respectively. Therefore, it is concluded that the seed of Alagoinha is of better quality as the antioxidant activity due to the elevated bixin content and presence of tocotrienol

**Key words:** Antioxidant. Bixin. Tocotrienol. Lipids. Starch

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Urucuzeiro e Cachopas. ....	15
Figura 2 - Estrutura da Bixina e Norbixina .....	16
Figura 3 - Estrutura dos isômeros de Tocoferóis (T1) e Tocotrienóis (T3) .....	18
Figura 4 - Processos de produção de colorantes a partir de sementes de urucum. ....	23
Figura 5 - Medidor de atividade de água .....	27
Figura 6 - Mufla.....	27
Figura 7 - Aparelho de Soxhlet durante extração .....	28
Figura 8 - maceração das sementes do urucum .....	31
Figura 9 - Cromatofolha de vidro com amostras e início da separação de compostos junto com fase móvel.....	31
Figura 10 - Bandas dos compostos antioxidantes presentes nas amostras após a utilização do revelador – DPPH.....	38
Figura 11 - Bandas dos compostos antioxidantes presentes nas amostras após a utilização do revelador .....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal (g/100g) e valor de amido do urucum da cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim.....	32
Tabela 2 - Composição de fibra insolúvel e solúvel (g/100g) do urucum da cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim.....	35
Tabela 3 - Composição de umidade e atividade de água (g/100g) do urucum da cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim.....	35
Tabela 4 - Teor de carotenoides totais expressos como bixina (g/100g) do urucum da cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim. ....	36
Tabela 5 - Teor de carotenóides totais expressos como bixina (g/100g) da pasta de bixina e óleo de urucum. ....	37
Tabela 6 - Polaridade dos compostos antioxidantes presentes nos extratos na cromatofolha de CCD com altura de eluição e Rf, sendo 8 cm a eluição até a fronteira do solvente. ....	40

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo geral .....	13
2.2 Objetivos específicos .....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
3.1 URUCUM ( <i>Bixa orellana</i> L.).....	14
3.1.1 Bixina e norbixina .....	16
3.1.1.1 Determinação de bixina .....	17
3.1.2 Tocotrienóis .....	18
3.1.2.1 Determinação de tocotrienóis .....	19
3.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	19
3.2.1 Umidade e atividade de água.....	20
3.2.2 Cinzas .....	20
3.2.3 Fibras .....	20
3.2.4 Lipídeos .....	21
3.2.5 Proteínas .....	21
3.2.6 Carboidratos.....	22
3.2.7 Determinação de Amido.....	22
3.3 PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS DA MATRIZ VEGETAL.....	22
3.4 APLICAÇÕES DO URUCUM .....	24
3.5 COMPOSTOS ANTIOXIDANTES .....	25
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1 MATERIAL.....	26
4.2 MÉTODOS.....	26
4.2.1 Umidade e atividade de água.....	26
4.2.2 Cinzas .....	27
4.2.3 Proteína .....	28
4.2.4 Lipídeos .....	28
4.2.5 Fibras .....	29
4.2.6 Carboidratos.....	29
4.2.7 Análise de amido .....	30

4.3 COMPOSIÇÕES ANTIOXIDANTES .....	30
4.3.1 Análise de bixina .....	30
4.3.2 Análise de tocotrienóis .....	31
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	32
5.2 ANÁLISE DE COMPOSTOS COM AÇÃO ANTIOXIDADE.....	36
5.2.1 Análise de Bixina.....	36
5.2.2 Análise de tocotrienóis .....	38
6 CONCLUSÃO .....	41
REFERÊNCIAS .....	42
APÊNDICES .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

Os Frutos do urucum (*Bixa orellana L.*) são utilizados desde muito tempo atrás, principalmente na culinária, como ingrediente (CHUYEN et al., 2012). Até os dias de hoje é possível observar que é muito utilizado, especialmente para dar cor às comidas. De acordo com Fabri et al., (2015) e Albuquerque, (2013) no Brasil as sementes do urucum (*Bixa orellana L.*) são comercializadas principalmente moídas para fabricar coloríficos, e também para produzir colorantes como bixina, norbixina e nobixato. Além do pó o colorante também pode ser comercializado em forma de extratos líquidos e pastas (MOREIRA 2013; SARON; FELISBERTI, 2006). Aproximadamente 80% do cultivo do urucum (*Bixa orellana L.*) são oriundos da agricultura familiar, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, sendo muito importante para os agricultores que se dedicam ao seu plantio, pois é forma que conseguem suas rendas mensais ( BATISTA 2016; FRANCO, 2007).

Os maiores produtores do urucum (*Bixa orellana L.*) no Brasil são as regiões Sudeste e Norte, representando 69% da produção. A variação da qualidade e teor de bixina na semente, que ocorre entre variedades e regiões produtoras é o que faz diminuir o valor agregado (ALBUQUERQUE, 2013), muitas vezes é feita uma mistura de sementes, não sendo possível saber qual variedade utilizada, muitos comerciantes ou produtores não possuem esse padrão ou informação, podem contribuir para agregar valor ao produto, tal como, a qualidade do produto quanto a atividade antioxidante.

Nos dias atuais há muito interesse dos consumidores em antioxidantes naturais, por isso há um crescente interesse no estudo de antioxidantes provenientes de produtos vegetais (MOREIRA, 2013). O urucum (*Bixa orellana L.*) possui compostos fenólicos e carotenóides, envolvendo diversas propriedades funcionais, como a atividade antioxidante (MOREIRA, 2013). Muitas pesquisas afirmam a ação dos compostos bioativos do urucum, entre eles está a bixina (SILVA et al. 2010) e os tocotrienóis (ALBUQUERQUE, 2013).

Nesse contexto, o estudo tem a finalidade de analisar sementes do urucum (*Bixa orellana L.*), verificando sua composição físico-química e antioxidante, para um maior conhecimento da qualidade do produto comercializado na Paraíba, visando mostrar a variação da matéria-prima produzida no Agreste Paraibano, além de investigar o potencial antioxidante dos produtos cedidos pela indústria Kraki, onde o urucum foi aplicado como matéria-prima.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade de sementes de urucum (*Bixa orellana L.*) comercializadas em regiões do Agreste Paraibano e produtos cedidos pela indústria Kraki.

### 2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a composição de sementes de duas localidades distintas;
- Analisar e caracterizar quanto à composição físico-química e antioxidante das sementes;
- Analisar a diferença estatisticamente entre as duas localidades, em relação à composição
- Verificar o potencial antioxidante de pasta de bixina e óleo do Urucum comercial.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 URUCUM (*Bixa orellana* L.)

A planta que dá origem ao urucum (*Bixa orellana* L.) é uma espécie vegetal arbustiva, conhecida como urucuzeiro, uma planta rústica que teve origem na América Tropical, possui um ciclo de vida longo, ou seja, é uma planta perene (CASTRO et al, 2009).

Ao redor do mundo a planta é conhecida por diversos nomes entre eles urucu, originado da palavra tupi “uru-ku” que significa vermelho, também chamado urucum e açafroa, nomes populares no Brasil; conhecido como rocou e rocoyer na República Dominicana e Guiana francesa; rocuyer na França; urukú no Paraguai; atole, achiote e bija em países como Peru, Colômbia e Cuba; achiote, bija; onoto, populares na Venezuela, e ainda changuaricá, pumacuá, K’uzub, são os nomes dados no México (SANDI, CUEN e BACERRA, 2003; CORLLET, BARROS e VILLELA, 2007 ).

Segundo estudos de Franco et al. (2002), a classificação botânica é:

- Subdivisão: Angiosperma
- Classe: Dicotyledoneae
- Ordem: Parietales
- Sub-ordem: Cistianeae
- Família: Bixaceae
- Gênero: *Bixa*
- Espécies: *Bixa orellana* L. (tipo mais cultivado), *Bixa arbórea*, *Bixa Americana*, *Bixa urucurana*, *Bixa pupurea*, *Bixa upatensis*, *Bixa tinetoria*, *Bixa oviedi*.

O urucuzeiro possui frutos que são cápsulas também conhecidas como cachopas, cobertas por espinhos, com formato ovóide ou globular e contendo aproximadamente 3 a 4 cm de diâmetro, seu interior possui diversas sementes de cor vermelha aproximadamente 40 a 50 em cada cápsula (FRANCO et al, 2002). A coloração avermelhada é uma polpa que recobre a semente que possui formato grosseiramente arredondado, conforme ocorre à maturação torna-se dura e seca e com cor mais escura (MOREIRA, 2013). Esta semente é o principal produto, e com grande interesse do mercado nacional e internacional, pois a cobertura vermelha é rica em bixina, que está entre o grupo dos carotenóides (CORLLET, BARROS e VILLELA, 2007).

Figura 1 - Urucuzeiro e Cachopas.



Fonte: Próprio autor

De acordo com estudos de Oliveira (2005), o urucum (*Bixa orellana L.*), possui uma composição nutricional onde é composto por cerca de 40 a 45% de celulose; um teor de 17,5% de lipídeos distribuídos na forma de ácido linolênico, alfa linoléico e oléico; 13% a 16% em relação ao teor de proteína, apresentando também alfa e beta caroteno além de taninos e saponinas; composto por 10,6 % de aminoácidos; suas cinzas estão em torno de 5,4% contendo alto conteúdo de fósforo, ferro e zinco, e reduzido teor de cálcio; seus açúcares 3,5 a 5,5%, a quantidade de pigmento representa 1,0 a 4,5%; possui 3% de óleo fixo e o óleo essencial aproximadamente 0,3 a 0,9%. A semente também contém bixina e norbixina, apresenta outros carotenos em menores quantidades, são eles, isobixina, beta caroteno, criptoxantina, luteína, zeaxantina e a orellina.

O colorau ou colorífico, produzido a partir do colorante da semente do urucum (*Bixa orellana L.*) é utilizado de diversas formas, principalmente na culinária para realçar a cor dos alimentos, ele não possui aroma e nem sabor. Ainda é utilizado nos dias de hoje pelos indígenas para a pintura do corpo, para proteger contra insetos e aplicação medicinal (CASTRO et al, 2009). Esta aplicação medicinal se dá pelo fato de que as sementes possuem funções biológicas como efeito anti-inflamatório em feridas, cura de bronquites e queimaduras, efeito laxativo, expectorante, antibiótico, além de cardiotônico e hipotensores (SILVA, AMARAL e REBOUÇAS, 2010).

### 3.1.1 Bixina e norbixina

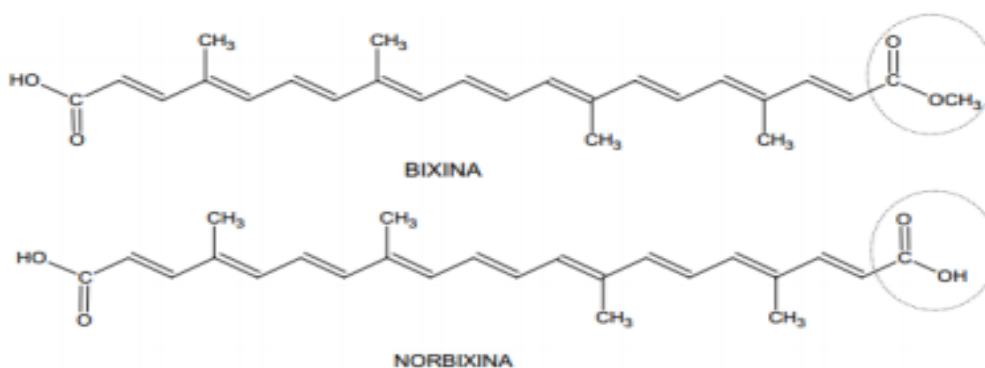
O carotenóide encontrado em maior quantidade na semente do urucum (*Bixa orellana L*) é a bixina, a qual é lipossolúvel e possui configuração *cis*. O uso da bixina aumenta a cada dia, devido à procura para substituição de corantes sintéticos por naturais, ela é muito usada na indústria de alimentos, para conferir uma cor mais atrativa aos produtos, como massas, laticínios, rações animais entre vários outros (BAUTISTA et al, 2004; RIOS et al, 2009).

A bixina é o único carotenóide que advém na natureza, os motivos são a sua configuração *cis* e a sua molécula apresentar dois grupos carboxílicos, um deles é um éster metílico. Através da hidrólise alcalina desse grupamento de éster metílico, obtêm-se o sal hidrossolúvel do ácido dicarboxílico norbixina. Sendo assim, através da bixina podem-se obter os diversos pigmentos do urucum (*Bixa orellana L*), como norbixina (lipossolúvel), o sal da norbixina (hidrossolúvel), e também os produtos de degradação térmica, característicos por sua lipossolubilidade e uma coloração amarela mais estável (SILVA, 2007).

A superfície da semente do urucum (*Bixa orellana L*) possui várias substâncias, no qual 30% é o carotenóide bixina (CARVALHO et al., 2010). O emprego da bixina ainda é restrito em alguns produtos, pois ela possui a característica de ser sensível a alta temperatura, luz, oxigênio e baixo pH (BARBOSA, 2009).

A bixina possui uma cadeia isoprênica com 24 carbonos que contém um ácido carboxílico e um éster metílico nas extremidades, sua fórmula molecular é  $C_{25}H_{30}O_4$ . Já a norbixina é resultante da hidrólise do grupo metil éster, sua formula molecular é  $C_{24}H_{28}O_4$  (COSTA; CHAVES, 2005), ambas as estruturas químicas estão expressas na figura 2.

Figura 2 - Estrutura da Bixina e Norbixina



Fonte: PACHECO, 2014.

A norbixina é um apo carotenóide hidrossolúvel, com cor vermelha intensa. A norbixina pode ser comercializada em pó ou em pasta, obtida por meio da retirada hidrolítica do grupamento metil-éster da bixina por saponificação (CARVALHO; HEIN, 1989; GIULIANO et al., 2003). As pequenas quantidades de norbixina encontradas na semente do urucum (*Bixa orellana* L) fazem com que o carotenóide seja solúvel em extratos aquosos e, insolúvel em álcool, propileno glicol, óleo e gordura (BOUVIER, DOGBO, CAMARA 2003; MOREIRA, 2013).

#### 3.1.1.1 Determinação de bixina

A bixina está presente no extrato do urucum (*Bixa orellana* L), sendo um dos principais componentes. Esses extratos são produtos oleosos ou alcalinos, obtidos através da remoção da camada externa presente na semente. Podendo ser encontrado de diversas formas para comercialização. A determinação vai ajudar a quantificar a quantidade de bixina presente nesses extratos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Segundo Demczuk Junior (2012), os métodos mais comuns para determinação de bixina são os métodos espectrofotométricos e através de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

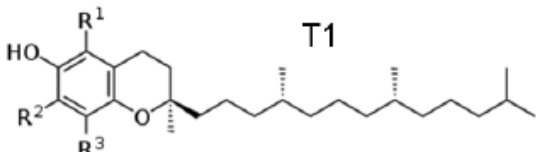
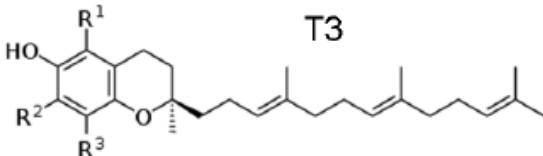
A determinação espectrofotométrica consiste em extrair toda coloração presente na semente por meio de algum solvente, os mais comuns são clorofórmio ou acetona, através de maceração, a bixina estará presente no extrato resultante, que será diluída no solvente específico, para que se faça a leitura espectrofotométrica, até obter o comprimento de onda desejável e a partir daí quantificar o teor da bixina e são reportados como carotenóides totais expressos como bixina (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008; FAO 2006).

A determinação por CLAE é feita através de extração do pigmento por ultra-som com algum solvente específico (metanol, acetona ou clorofórmio), até a quantidade ideal para cada metodologia desenvolvida, alguns autores realizam o método através da retirada de uma alíquota do extrato e secagem com N<sub>2</sub> para diluição em fase móvel e posterior injeção no cromatografo e outros injetam a alíquota após a extração, cada autor utiliza condições cromatográficas específicas (SILVA et al., 2010; TOCCHINI E MERCADANTE, 2001).

### 3.1.2 Tocotrienóis

Os tocotrienóis são encontrados nas sementes e alguns cereais, também estão presentes em frutos oleaginosos e algumas espécies de palmeiras (COSTA, 2007). Eles estão entre o grupo das vitaminas lipossolúveis, vitamina E, conhecida como alfa-tocoferol. Diversos isômeros estão em sua composição como alfa-, beta-, gama- e delta- Tocoferol (T1) e Tocotrienol (T3) (TAN, 2005). Afigura 3 representa a estrutura química dos tocoferóis e tocotrienóis.

Figura 3 - Estrutura dos isômeros de Tocoferóis (T1) e Tocotrienóis (T3)

	Isômero	R1	R2	R3
	$\alpha$ -T1	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
	$\beta$ -T1	CH <sub>3</sub>	H	CH <sub>3</sub>
	$\gamma$ -T1	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
	$\delta$ -T1	H	H	CH <sub>3</sub>
	$\alpha$ -T3	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
	$\beta$ -T3	CH <sub>3</sub>	H	CH <sub>3</sub>
	$\gamma$ -T3	H	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
	$\delta$ -T3	H	H	CH <sub>3</sub>

Fonte: ALBUQUERQUE, 2013.

O tocotrienol está presente na fração lipídica do urucum (*Bixa orellana* L) e pode ser usado como suplemento nutricional, nutracêutico, em alimentos e bebidas funcionais (TAN, 2005; ALBUQUERQUE E MEIRELES, 2012).

Os tocotrienóis e também tocoferóis possuem o poder de inibir a oxidação dos lipídeos nos alimentos e no sistema biológico (VASCONCELLOS, 2005).

O  $\delta$  tocotrienol é muito difícil de ser encontrado na natureza, presente apenas no *Amaranthus* sp, farelo de arroz, cevada, em sementes de espécies da família Apiaceae e do urucum (FREGA, MOZZON e BOCCI, 1998).

Os tocotrienóis estão ganhando grande importância, sendo objeto de pesquisas, pois estudos revelam que eles podem inibir o crescimento de células cancerígenas, diminuição do risco de doenças cardíacas e prevenir patologias originadas do estresse oxidativo (VASCONCELLOS, 2005; FREGA, MOZZON e BOCCI, 1998).

### 3.1.2.1 Determinação de tocotrienóis

Para determinar os tocotrienóis é possível utilizar o método CCD (Cromatografia em Camada Delgada), que é um tipo de análise qualitativa, onde há a separação dos componentes de uma mistura, em relação à afinidade com a fase móvel e estacionária, essa separação ocorre através da adsorção por diferença de polaridade. Através da análise é possível tomar decisões em relação a compostos de interesse e que devem ser estudados (ALBUQUERQUE, 2013).

Também pode ser determinado através de cromatografia, por meio de isolamento dos isômeros do tocotrienol em cromatógrafo líquido de alta eficiência e detector Ultra-violeta. Usa-se coluna de sílica em fase normal e fase móvel composta de n-hexano, acetato de etila e ácido acético, o monitoramento dos isômeros é feito em comprimento de onda de 292 nm e injeções até alcançar uma concentração adequada para análise, cada fração é recolhida e seca através de N<sub>2</sub> e dissolvida em n-hexano. A coleta é realizada manualmente no início do pico de detecção, esperando o início da subida do pico para começar a coleta (PANFILI et al., 2003).

Outro possível método é através de HPLC com uso de bomba isocrática e detector de fluorescência com padronização externa. A coluna é a mesma utilizada na metodologia por cromatografia descrita anteriormente. O comprimento de onda de excitação é 292 nm e de emissão 326 nm. A quantificação é determinada com a injeção da mistura dos oitos isômeros de tocoferol e tocotrienol (ALBUQUERQUE et al., 2013).

## 3.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

O valor nutritivo ou o valor calórico de um alimento representa a composição centesimal, os componentes aparecem em 100g de produto que é considerado como uma porção comestível (SOAVE, 2006).

A determinação da composição centesimal em uma análise de alimentos apresenta o objetivo de determinar um ou vários componentes que possui o alimento (CECCHI, 2003).

A composição centesimal também conhecida por composição química é determinada através de análises químicas, são elas: umidade ou voláteis a 105°C; cinzas ou resíduo mineral fixo; lipídeos (extrato etéreo); proteínas; fibra; glicídeos (MORETO, et al., 2002).

### 3.2.1 Umidade e atividade de água

Qualquer alimento possui água em sua composição, seja ela em maior ou menor proporção. A umidade é caracterizada pela água contida na superfície do alimento (água livre ou que está presente na superfície externa do alimento e que facilmente evapora) ou na umidade absorvida (conhecida como água ligada, está no interior do alimento e não se combina quimicamente com o mesmo). Em uma análise de umidade o produto é aquecido em certas condições onde a água é retirada, juntamente a outras substâncias que se volatilizam nessas condições (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A umidade pode afetar a estocagem, embalagem e processamento de um alimento, pois está relacionada diretamente com a qualidade do alimento (CECCHI, 2003).

A atividade de água ( $A_w$ ) é a água disponível que o alimento possui, através da mesma é possível que haja um crescimento microbiano além de outras reações que venham a deteriorar os alimentos. O valor da atividade de água irá indicar a água livre presente nos alimentos, enquanto que a umidade irá medir toda a água presente no alimento (JOBIM et al., 2007; DITCHFIELD, 2000).

### 3.2.2 Cinzas

As cinzas, também conhecidas como resíduos por incineração, são os resíduos de um produto resultante do aquecimento a aproximadamente 550-570°C, resultando em um resíduo inorgânico que é transformado em  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{NO}_2$ . Mas nem sempre os resíduos estão representados por toda substância inorgânica da amostra, alguns sais podem sofrer redução ou volatilização nesse aquecimento (CECCHI, 2003; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### 3.2.3 Fibras

Os resíduos orgânicos que são obtidos em certas condições de extração são conhecidos como fibras, os métodos de tratamento de extração da amostra variam. A fibra é o componente das paredes celulares vegetais e resistem à ação das secreções do trato gastrointestinal (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Analiticamente as fibras são formadas por polissacarídeos não-amido (celulose, hemicelulose, gomas e pectinas) e lignina. Porém existem outros carboidratos que não são

hidrolisados através das enzimas digestivas, eles podem ser considerados também como fibras alimentares, como inulina, amido resistente, e  $\beta$ -glucanas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

#### 3.2.4 Lipídeos

Os lipídeos são gorduras ou substâncias gordurosas, compostos orgânicos que são altamente energéticos, contendo ácidos graxos essenciais ao organismo e atuam como transportadores das vitaminas lipossolúveis. Eles são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, como éter, clorofórmio, acetona, benzeno e alcoóis. São classificados em simples (óleos e gorduras), compostos (fosfolipídios, ceras etc.) e derivados (ácidos graxos, esteróis). Em temperatura ambiente os óleos apresentam aspecto líquido e as gorduras, pastoso ou sólido (CECCHI, 2003; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

#### 3.2.5 Proteínas

As proteínas constituem as células vivas, cada uma tem uma função biológica diferente, associada às atividades vitais. Elas não possuem apenas função nutricional nos alimentos, mas também possuem propriedades organolépticas e de textura, as proteínas também podem vir em combinação com lipídeos e carboidratos (CECCHI, 2003).

Segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), a determinação das proteínas geralmente é feita através de digestão pelo método de Kjeldahl, onde será feita a determinação do nitrogênio. Porém esse método vem sofrendo diversas alterações e adaptações ao longo do tempo. O método se baseia em três etapas:

Digestão - nesta fase é adicionado ácido sulfúrico e um catalisador para que a matéria orgânica seja decomposta e o nitrogênio transforma-se em sal amoniacal.

Destilação – Usado uma solução com hidróxido de sódio, que fará com que aconteça uma reação na qual a amônia é liberada do sal amoniacal, posteriormente ela é recebida em uma solução ácida com volume e concentração conhecida.

Titulação – Determinação da quantidade de nitrogênio que está na amostra e é usado o excesso do ácido que é usado na destilação.

A matéria orgânica existente na amostra será decomposta, o nitrogênio será transformado em amônia. Para calcular a quantidade de proteínas usa-se o fator empírico 6,25



que é necessário para que o número de gramas de nitrogênio encontrado seja transformado em número de gramas de proteínas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

### 3.2.6 Carboidratos

Os hidratos de carbono possuem diversos tipos de substâncias, entre elas estão os monossacarídeos, como a glicose, dissacarídeos sacarose e lactose mais frequentes e polissacarídeos como amido e celulose (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Faz-se necessário em qualquer produto uma solução dos carboidratos presentes, que seja livre de qualquer substância que venha a interferir no processo escolhido para a sua determinação. A determinação dos carboidratos está baseada nas propriedades físicas das suas soluções ou no poder redutor dos glicídios mais simples (aos quais se pode chegar por hidrólise, no caso dos mais complexos) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

A determinação dos carboidratos é muito importante nos alimentos, pois possui diversas funções como nutricional, adoçantes naturais, pode ser matéria prima para produtos fermentados, possui propriedades reológicas de alimentos de origem vegetal e também é responsável pela reação de escurecimento em alguns alimentos (CECCHI, 2003).

### 3.2.7 Determinação de Amido

O amido está presente entre as substâncias que compõe os glicídios e são representados pelos dissacarídeos (Instituto Adolfo Lutz, 2008), é absorvido pelo organismo em forma de glicose, sendo um dos principais constituintes dos alimentos. Possui em sua estrutura cadeias de amilose (ligações -1,4) e amilopectina (ligações -1,4 e -1,6) (WALTER, SILVA e PERDOMO, 2005; SENGLYST e HUDSON 1996).

A determinação do amido geralmente é feita, inicialmente, desgordurando a amostra, em seguida, realizando a hidrólise ácida. Esse é o método de preparação para que, a partir daí, a amostra seja neutralizada e o amido quantificado através da análise de açúcares redutores por titulação, com o método de Lane-Eynon (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

## 3.3 PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS DA MATRIZ VEGETAL

O objetivo principal da extração é separar certos componentes das matrizes da matéria prima, ou de misturas. Existem três métodos para realização de uma extração, são eles os

métodos físicos, métodos químicos ou métodos mecânicos (RODRIGUES, 2013). Em duas fases de composições diferentes, é possível que haja transferência de massa dos componentes de uma fase para outra, pois cada componente diferente possui um potencial químico (PRADO, 2010).

São diversos fatores que influem nas características dos extratos, entre eles a característica do vegetal, cada um possui uma estrutura diferente, composto por microestruturas complexas e que se diferenciam entre as várias espécies e também as características químicas dos solventes, por isso é necessário que haja estudos completos de todos os componentes para chegar até características desejadas do extrato (VEGGI, CAVALCANTI e MEIRELES, 2011).

A literatura possui diversas metodologias que ajudam a encontrar formas de extrações diferentes para vegetais e também diferentes solventes, aplicando temperatura a altas pressões ou não, associação de mais de uma metodologia, tudo isso para que se obtenha um extrato com o perfil e características desejáveis (BRAGA et al., 2003).

De acordo com Veggi (2013), os procedimentos mais utilizados para extrair compostos dos vegetais são: hidrodestilação, maceração, extração com solvente a baixa pressão (LPSE), entre outros.

Para que a extração seja vista com bons olhos e agregue valor à matéria-prima presente em nosso território, é preciso utilizar meios de extração ecologicamente corretas, a fim de aumentar a competitividade no mercado global (MEIRELES, 2008), não só para aumentar vendas e rendimento, mas também como uma forma de pensar no meio ambiente, diminuindo a contaminação com subprodutos de decomposição (OLIVEIRA, 2005).

A figura 4 apresenta tecnologias para a extração de colorantes na indústria, a partir das sementes de urucum.

Figura 4 - Processos de produção de colorantes a partir de sementes de urucum.

Matéria-prima:	Sementes de urucum				
Solvente:	Água aquecida	Etanol	Óleo vegetal aquecido (com ou sem etanol)	NaOH ou KOH	NaOH
Sequência de operações utilizadas:	Extração por abrasão	X	X	X	X
	Peneiragem	X	X	X	X
	Aquecimento	X	X	X	X
	Filtração	X	X	X	X
	Reação (HCl)				X
	Decantação				X
	Filtração				X
	Secagem	X	X		X
	Moagem		X		
	Padronização			X	
Produto:	X	X	X	X	X
	Bixina >90%	Bixina >30%	Bixina ou Norbixina <1%	Sal de Norbixina	Norbixina

Fonte: CARVALHO, 2010; ALBUQUERQUE, 2013.

Já existem muitos estudos com relação ao método de extração da bixina do urucum (*Bixa orellana L.*), com o intuito de atender todas as exigências de mercado, seja ele interno ou externo. Os processos mais utilizados pelas indústrias para extração do colorante são: processo mecânico de abrasão utilizando óleo vegetal, ou solução aquosa de hidróxido de sódio ou potássio, como agentes de suspensão; e processo de extração com um ou mais solventes orgânicos (FAO, 2006; FRANCO et al., 2008).

O conhecimento da matéria prima e o do colorante são primordiais, para saber qual o comportamento em diferentes meios, qual o rendimento durante a extração, qual a melhor forma de extrair, quais tecnologias são eficientes para o processamento, e contribuir para que ao final obtenha-se um produto de alta qualidade (RODRIGUES, 2013).

### 3.4 APLICAÇÕES DO URUCUM

O fruto do urucuzeiro tem uma grande importância na aplicação da indústria alimentícia brasileira, seu colorante é utilizado para dar cor a embutidos, queijos, massas, sorvetes e confeitaria (LEMOS et al., 2011).

Os colorantes são aplicados em uma infinidade de alimentos para suprir a perda de cor que ocorre durante o processamento na indústria ou estocagem além de deixar cores mais uniformes tem a função de colorir alimentos incolores, para que sejam mais atrativos aos olhares dos consumidores (TOCCHINI e MERCADANTE, 2001), além disso possui poder vitamínico, atuando como precursor de vitamina A (OLIVEIRA et al, 2003).

Segundo Santos (2007), o urucum (*Bixa orellana L.*), pode ser usado para colorir diversos tipos de alimentos, devido à grande faixa do espectro de cores que o mesmo possui, sendo possível utilizar em alimentos de cores mais e menos intensas, ele também é considerado uma das maiores fontes naturais de corantes vermelhos.

Além do ramo alimentício também é empregado na medicina popular, pois os extratos a base do urucum (*Bixa orellana L.*) possuem potencial antimicrobiológico (IROBI, MOO-YOUNG e ANDERSON, 1996), utilizado como xarope expectorante e para gargarejos, para ajudar na cicatrização, contra dispepsia, estomáticos, laxativos. Já as sementes secas são usadas para problemas na pele, como um antídoto para envenenamento com mandioca através do ácido prússico, antídoto para ácido cianídrico, terapia para bronquite e queimaduras, para males no fígado e tuberculose (LIMA et al, 2001).

Segundo Glória (2006), o urucum é muito utilizado em cosméticos, como um protetor dos raios solares, por possuir alto valor nutritivo, e também utilizado como mistura em rações para animais.

O urucum (*Bixa orellana* L) é muito utilizado pelas indústrias como condimento e corante para alimentos e bebidas (GOLIN et al., 2013). Mesmo que diversas pesquisas e avaliações experimentais tenham comprovado que os carotenóides do urucum (*Bixa orellana* L) atuam como antioxidantes, a legislação nacional regulamenta o seu uso e dos derivados apenas como um corante alimentício (PACHECO, 2014; BRASIL, 1998), sendo assim mesmo que haja potencial ainda não é utilizado pela indústria com a finalidade de produto antioxidante.

O Comitê de Especialistas em Aditivos Alimentares (JECFA) da FAO/WHO determinou em 2002 que o limite para ingestão do extrato de urucum, composto por bixina, é de no máximo 0,065mg Kg-1 de peso corpóreo/dia (JOINT-FAO, 2002).

### 3.5 COMPOSTOS ANTIOXIDANTES

As substâncias que formam os antioxidantes são vitaminas, pigmentos naturais, minerais e enzimas. Podem classificar-se como primários, sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e mistos. Também é possível que os antioxidantes sejam de origem endógena, o qual se divide em enzimáticos e não enzimáticos (glutathione, ubiquinona, bilerrubina e outros), e também aqueles que são possíveis de se obter através da alimentação, são eles: vitaminas C e E,  $\beta$ -carotenos, flavonóides, polifenóis, tanino, entre outros (LUIGGI, 2015). É possível que alguns antioxidantes sejam produzidos pelo corpo humanos e outros através do consumo de alimentos (ARAÚJO, 2004).

Segundo Moreira, (2013) muitos autores através de pesquisas acreditam que a ação antioxidante do urucum (*Bixa orellana* L) ocorre devido aos compostos fenólicos, mas também em grande parte aos carotenóides presentes no pigmento. Dentre os carotenóides que estão presentes na semente do urucum (*Bixa orellana* L), 80% são apo carotenóides bixina, mas, também existem caroteno e norbixina. O apo carotenóides bixina possui característica lipossolúvel, sua coloração é vermelho amarelada, está presente em sua estrutura uma cadeia de duplas ligações conjugadas alternadas, proporcionando a atividade antioxidante presente na semente do urucum (Giuliano et al., 2003; Santana et al., 2008).

A adição de compostos antioxidantes é muito comum, pois possui o intuito de inibir os efeitos da oxidação em relação aos nutrientes e também reduzir danos às biomoléculas. Os

antioxidantes sintéticos são muito utilizados em alimentos para preservar a qualidade, porém existem muitos relatos que esses produtos possivelmente podem ser carcinogênicos, partindo desse contexto os consumidores irão rejeitar produtos que podem prejudicar a saúde e irão a procura de algo benéfico para consumo (LUNA et al., 2010). Diante desse problema muitos pesquisadores estão em busca de produtos naturais que possam ser um meio de substituição dos antioxidantes sintéticos (LUIGGI, 2015).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 MATERIAL**

As sementes de urucum (*Bixa orellana* L) foram coletadas no Agreste paraibano, uma das amostras foi obtida no comercio local da cidade de Alagoinha-PB (identificadas como Amostra A), e a outra foi coletada no Assentamento Senhor do Bonfim, município da cidade de Alagoinha (identificadas como Amostra B). Após a coleta do material, o mesmo foi levado para o laboratório de processamento de alimentos do CTDR – UFPB, onde foi embalado em sacos plásticos de cor escura para evitar o contato com a luz, e armazenado em freezer, evitando assim a degradação dos componentes presentes na semente do urucum. A pasta de bixina e o óleo de urucum foram cedidos pela indústria KRAKI – Kienast e Kratschmer LTDA.

### **4.2 MÉTODOS**

A análise de fibras foi realizada no Laboratório de Microbiologia e Bioquímica dos alimentos, localizado no Centro de Ciências da Saúde – UFPB, as demais análises foram realizadas no Laboratório de físico-química, localizado no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional – UFPB.

Para as análises da composição centesimal, as sementes foram moídas em moinho de facas.

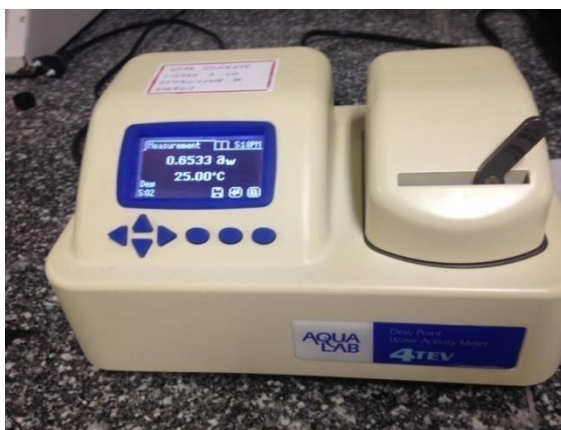
#### **4.2.1 Umidade e atividade de água**

A umidade foi realizada seguindo as normas analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), onde foi realizada a secagem das amostras em estufa e submetidas a 105°C, até

obter-se peso constante. A amostra foi pesada em cadinhos de alumínio com cerca de 2,0 g para cada amostra. O resultado foi expresso em g/100 g de umidade na amostra.

Para a determinação da atividade de água foi utilizado o equipamento AQUALAB (Figura 5), água pura e nitrito de sódio foram utilizados como padrão para a calibração do equipamento. As amostras foram dispostas em cápsulas de plástico, em quantidade suficiente para cobrir a superfície, e então colocadas no equipamento para leitura.

Figura 5 - Medidor de atividade de água



Fonte: Próprio autor

#### 4.2.2 Cinzas

As amostras foram pesadas em cadinhos de porcelana contendo 5,0 g de amostra. Foram submetidas à carbonização e após foram incineradas a 550°C em mufla (Figura 6), de acordo com as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), as amostras continuaram na mufla até eliminação completa do carvão, ou seja, a queima de toda matéria orgânica. O resultado foi expresso em g/100 g de cinzas na amostra.

Figura 6 - Mufla



Fonte: Próprio autor

#### 4.2.3 Proteína

A análise de proteínas foi feita através do método de Kjeldahl, conforme as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), com modificações conformes as regulamentações da ANVISA (2003). Inicialmente foi pesado cerca de 1,0 g para cada amostra em papel de seda, os quais foram transferidos para balões de Kjeldahl, em seguida foi feita a digestão da amostra com ácido sulfúrico e mistura catalítica sob aquecimento em chapa elétrica, aumentando-se a temperatura em intervalos de 50°C a cada 30 min até atingir a temperatura de 350°C e a amostra ficar incolor. Posteriormente foi realizada a destilação em ácido bórico a 4% após neutralização com hidróxido de sódio a 40%. Em seguida foi feita a titulação com ácido clorídrico a 0,1 M. Para a realização do cálculo utilizou-se 6,25 como fator geral de conversão de nitrogênio em proteína, esse fator é utilizado para produtos de origem vegetal. O resultado foi expresso em g/100 g de proteína na amostra.

#### 4.2.4 Lipídeos

O método utilizado foi o de extração contínua em aparelho extrator tipo Soxhlet (Figura 7), seguindo as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Foram pesadas 2,0 g para cada amostra em papel de filtro, em seguida foram transferidas para o extrator. A extração foi realizada com solvente éter de petróleo em circulação por aproximadamente 6 horas. Após a recuperação do solvente através de rota evaporador, os tubos de extração contendo os lipídeos foram submetidos à secagem e posterior pesagem final. O resultado foi expresso em g/100 g de lipídeos totais na amostra.

Figura 7 - Aparelho de Soxhlet durante extração



Fonte: Próprio autor

#### 4.2.5 Fibras

As fibras foram determinadas pelo método gravimétrico não-enzimático desenvolvido por Li & Cardozo (1994), as amostras moídas foram divididas em quatro porções de 500 mg, posteriormente foram solubilizadas em água deionizada 25,0 mL a 37°C, por 90 minutos. Após esse tempo foi adicionado 100,0 mL de etanol a 95% durante 90 minutos, em temperatura ambiente, e depois filtrada a vácuo em cadinho com celite, o resíduo foi lavado com 40,0 mL de etanol a 78%, 20,0 mL de etanol a 95% e 10,0 mL de acetona, em seguida secado em estufa durante 2 horas a 105°C. Ao final foi esfriado em dessecador e pesado.

A análise foi executada no laboratório de microbiologia e bioquímica dos alimentos, coordenada pela professora Maria Lucia Conceição, do departamento de Nutrição – Centro de Ciências da Saúde.

#### 4.2.6 Carboidratos

Primeiramente foi realizada a análise através do método de Lane-Eynon descrito pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), onde se pesou 2,0 gramas da amostra, seguindo para um balão volumétrico e completando volume com água, posteriormente passou por filtração, e seguiu para um balão de 250 mL, esta solução foi colocada em bureta. Foi feita uma mistura de 10,0 mL de Fehling A, 10,0 mL de Fehling B e 40,0 mL de água, a qual após pronta foi submetida a aquecimento e agitação constante, ao mesmo tempo em que era adicionada a solução da bureta gota a gota, até que a solução tivesse se tornado incolor e surgisse um resíduo, vermelho ao fundo.

Seguiu-se também uma metodologia descrita pela Universidade Federal de Campina Grande, onde se usa o método do IAL, porém com algumas modificações. As mudanças são que após completar o volume em 250,0 mL de água, foi adicionado 10,0 mL de uma solução de ferrocianeto de potássio a 14% e 10,0 mL de acetato de zinco a 30% para clarificação da amostra, posteriormente foi feita filtração, e mediu-se pH, e a amostra foi neutralizada com hidróxido de sódio a 40%, a solução resultante seguiu para bureta. Foi feita mistura com 5,0 mL de Fehling A e 5,0 mL de B e 40,0 mL de água, iniciou-se aquecimento e agitação, após ebulição adicionou-se 3 gotas de azul de metileno a 1%, e foi feita titulação com a mistura da bureta gota a gota até torna-se incolor e surgir um resíduo, vermelho ao fundo.



Porém os dois métodos não foram eficientes, não foi possível chegar a um ponto de viragem para a coloração desejável. Em análises feitas por Lane-Eynon, a metodologia comumente encontrada na literatura é a realizada pelo Instituto Adolfo Lutz. Na metodologia descrita por Cecchi (2003), a única diferença na análise foi a concentração do indicador azul de metileno (2%), o autor também descreve que a titulação só deve levar no máximo 3 minutos, para que não haja decomposição dos açúcares, esses podem ser os possíveis erros para que a análise não tenha obtido sucesso.

#### 4.2.7 Análise de amido

A amostra foi desengordurada com solvente éter de petróleo, cerca de 5 g da amostra triturada, conforme as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), o material desengordurado foi submetido a banho-maria juntamente com álcool a 70%, em seguida filtrado á vácuo, o resíduo foi neutralizado com hidróxido de sódio a 10% e aquecido em autoclave por 1 hora, após foi retirado e acidificado com 5 mL de ácido clorídrico e permaneceu por mais 30 minutos em autoclave, depois neutralizado com hidróxido de sódio a 10%, filtrado a vácuo e completado volume com água, e determinado glicídios redutores nesta solução através de titulação pelo método de Fehling. O resultado foi expresso em g/100 g de glicídios não redutores, em amido.

### 4.3 COMPOSIÇÕES ANTIOXIDANTES

#### 4.3.1 Análise de bixina

A bixina foi determinada conforme a FAO (2006), a análise foi realizada em duplicata onde, pesou-se 2,0 g da amostra e foi feita extração com acetona através de maceração, até a retirada de toda coloração vermelha presente na semente (Figura 8), em seguida o extrato foi transferido para um balão volumétrico de 100,0 mL e completado o volume com acetona, posteriormente a amostra foi centrifugada, para que os resíduos sólidos que ainda continham na amostra decantassem, foi retirado apenas o sobrenadante e transferi-se uma alíquota de 1,0 mL para balões de volumes menores diluindo sempre com acetona para completar o volume, e feita leitura em espectrofotômetro em um comprimento de onda de 487 nanômetros, repetindo o processo de diluição até que se tenha uma absorbância em uma faixa entre 0,3 e 0,8.

Figura 8 - maceração das sementes do urucum



Fonte: Próprio autor

#### 4.3.2 Análise de tocotrienóis

Utilizou-se a análise CCD, através de cromatofolha de vidro com fase estacionária de sílica gel, sensível a luz ultravioleta. Foram aplicadas alíquotas com auxílio de um tubo capilar de vidro, em uma cromatofolha (Figura 9), as amostras foram diluídas em acetona.

Figura 9 - Cromatofolha de vidro com amostras e início da separação de compostos junto com fase móvel.



Fonte: Próprio autor

Para a separação dos compostos e seleção da fase móvel, adotou-se a metodologia de Oliveira (2005), onde foi utilizada uma mistura de solventes, Hexano – Acetato de etila, em proporção 70:30.

Posteriormente foi feita uma solução de DPPH a 0,2%, diluído em metanol, para visualização dos antioxidantes, seguindo a metodologia de Costa (2007), após a separação dos compostos foi borrifada a solução de DPPH na cromatofolha, verificando em um período de 1 hora, em luz natural a presença de manchas amarelas que indicam a presença de antioxidantes na amostra.

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada através do programa ASSISTAT versão 7.7, os dados foram comparados por meio da Análise de Variância – Anova, com comparação das médias por teste de Tukey. A análise foi feita em um arranjo de blocos inteiramente casualizados. Os resultados são expressos como média  $\pm$  desvio-padrão.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A composição centesimal das sementes de Urucum está apresentada na tabela 1.

Tabela 1 - Composição centesimal (g/100g) e valor de amido do urucum da cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim.

Amostra	A	B
Umidade	9,25 $\pm$ 0,54 a	9,61 $\pm$ 0,02 a
Cinzas	5,74 $\pm$ 0,1 a	5,23 $\pm$ 0,0 b
Proteínas	11,56 $\pm$ 0,3 a	11,13 $\pm$ 0,2 a
Lipídios	4,12 $\pm$ 0,3 a	2,69 $\pm$ 0,2 b
Fibra alimentar total	1,91 $\pm$ 0,21 a	2,12 $\pm$ 0,01 a
Carboidratos	67,42	69,22
Amido	7,21 $\pm$ 0,0 b	9,15 $\pm$ 0,1 a

Valores expressos como média  $\pm$  desvio padrão.

Letras diferentes na mesma linha representam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Amostra A = Urucum coletado na cidade de Alagoinha. Amostra B = Urucum coletado no Assentamento Senhor do Bonfim.

A umidade não apresentou diferença significativa entre as amostras A e B, os resultados semelhantes foram obtidos por Taham, Silva e Barrozo (2015) com umidade média de 8,7%. Já Batista (2016) encontrou teores de 14,4% em sementes da mesma região desta

pesquisa. Brito et al. (2015) observou que conforme o passar do tempo a umidade dos grãos aumentava, indo de 5,95% no primeiro dia até 10,45% ao chegar 90 dias, sendo assim essa pode ser uma das explicações pela qual as sementes analisadas neste trabalho apresentaram valores superiores a algumas encontradas na literatura, pois foram analisadas após um certo período de armazenamento. Batista (2016) explica que o ensacamento das sementes em armazém antes da comercialização, pode aumentar o teor de umidade, pois essas sacas não inibem a passagem de partículas de água e também pode variar de acordo com a região e variedade. Segundo Moreira (2013) umidades superiores a 14% não são recomendadas para sementes de urucum, pois, há risco de crescimento de fungos e bactérias, portanto a umidades dos grãos analisados nesta pesquisa estão dentro dos padrões para estabelecer boas condições de armazenamento.

Os valores de cinzas apresentaram diferença estatística significativa entre si, sendo a amostra A que apresentou um maior valor 5,74%, indicando que possui uma quantidade maior de minerais em sua composição e amostra B com valor de 5,23%. Taham, Silva e Barrozo (2015), analisaram sementes de urucum compradas no comércio local da cidade de Rio Vermelho/MG e obtiveram o valor de 4,32%. Já Moreira (2013), em sua pesquisa avaliou três variedades de urucum a variedade Embrapa 37, Focinho de Rato e Peruana Paulista e os valores respectivos foram 4,62%, 4,15% e 3,99%.

Em relação ao teor protéico a amostra A apresentou teor de 11,56% e a amostras B 11,13%, não apresentando diferença estatística significativa entre si, os valores encontrados foram próximos aos de Taham, Silva e Barrozo (2015) com teor de 11,34% e Moreira (2013) 11,26% para variedade Embrapa 37, 11,25% Peruana Paulista e apenas apresentou teor maior a variedade Focinho de rato com valor de 13,23%. Brito et al. (2015), ao analisar grãos residuais de urucum provenientes do processamento industrial para extração do corante em meio oleoso, encontrou teores de proteínas aproximados aos encontrados nesta pesquisa, que variaram entre 11,02 a 11,73%. Ferreira (2013) estudou sementes de urucum de quatro acessos genéticos e obteve teores de 9,23 a 11,12%.

No teor de lipídios houve diferença estatística significativa, a amostra A apresentou 4,12% enquanto que a amostra B possui apenas 2,69% mostrando que há uma quantidade menor de óleo em sua composição. Batista (2016) ao analisar sementes de urucum da variedade vermelha obteve teor de 2,85%, Melo (2015) apresentou teores de 3,64%, ambas as sementes foram obtidas através de agricultores da cidade de Pilões-Pb, também localizada no Agreste paraibano, seus valores são próximos aos obtidos nesta pesquisa. Demczuk Junior (2012) ao analisar sementes de doze produtores do Paraná, sendo elas de variedade comum

(mistura de variedades não identificadas) e Piave, verificou quantidades que variavam de 2,36% a 3,31%. Carvalho et al. (2010) obteve valores de 1,97 a 3,98% em sementes coletadas no banco de germoplasma do Instituto Agrônomo (IAC) no Polo Regional Centro Norte (Pindorama, SP). Já as sementes analisadas por Taham, Silva e Barrozo (2015) indicaram que continha 5,40% e Moreira (2013) em sementes da variedade Embrapa 37, Peruana Paulista e Fcinho de rato, analisou teores entre 9,62% a 13,15%. De acordo com os valores encontrados na literatura há variação na quantidade de lipídios de acordo com cada tipo de semente de urucum analisada. Batista (2016) explica que a quantidade de óleo nas sementes vai depender da variedade, região de cultivo e clima. Os fatores operacionais também podem influir como o solvente usado, temperatura de extração e tamanho da partícula.

Os resultados para as fibras não diferiram estatisticamente entre si, a amostra A obteve valor de 1,91% e a amostra B 2,12%. A literatura aberta apresenta poucos resultados em relação à análise de fibras na semente do urucum, apenas algumas análises de fibra foram encontradas. Garcia et al. (2009) ao analisar sementes de urucum moídas através de análise bromatológica obteve valor de 2,34%. Kill et al. (2005), obteve valores de 11,07 para fibra bruta e Tonani et al. (2000) através de análise bromatológica encontrou 15% de fibra bruta, ambos analisaram o resíduo da semente, resultante após a fabricação de colorífico. As fibras alimentares totais encontram-se na parede celular vegetal, com concentrações maiores na parte periférica e casca, a diferença de teores encontrada pode ser explicada pelo fato de que a concentração vai variar de acordo com a espécie, variedade e tipo de armazenamento do vegetal (MIRA, GRAF E CÂNDIDO, 2009).

Os carboidratos foram calculados por diferença, pois os métodos aplicados não foram eficientes, os valores são 67,42% para amostra A e 69,22% para amostra B. Valores encontrados na literatura apresentaram 70,24% (TAHAM, SILVA E BARROZO, 2015), e os valores encontrados por Moreira (2013) variaram entre 70,98 e 75,15%, todos determinados por diferença. A semente do urucum e até mesmo o resíduo após o processamento industrial possuem grande quantidade de açúcares, podendo ser reaproveitada para outros fins.

A análise de amido mostrou que houve diferença significativa entre as duas amostras, sendo a amostra B com teor de 9,15% e amostra A com 7,21%. Brito et al. (2015) obteve valores entre 12,42 a 12,76% em seus resultados, e chegou à conclusão que tempo de armazenamento e temperatura não influenciaram nos teores de amido. Ferreira (2013) encontrou teores de amido em suas amostras que variavam de 16,92 a 20,54 em sementes de urucum. Moreira (2009), ao analisar o teor de amido na semente da seringueira, encontrou maiores resultados no final do amadurecimento do fruto, com consequente maturidade

fisiológica da semente, esse resultado é explicado por Amaral, Pereira e Cortelazzo (2000) que ao analisar sementes de urucum observa que durante os primeiros estádios de desenvolvimento, os grãos de amido eram pequenos e estavam presentes em pouca quantidade, já a partir de estádios mais avançados os grãos se tornavam maiores e em maior quantidade. Em contrapartida, Brito et al. (2015) explica que, mesmo que o amido seja controlado pela genética, condições de crescimento e práticas pós-colheita podem afetar a sazonalidade nos resultados dos teores e qualidade do amido. Sendo assim os teores menores de amido encontrados nesta pesquisa podem ter sido ocasionados por um desses fatores.

Os resultados da Tabela 2 expressa a divisão das fibras em solúvel e insolúvel.

Tabela 2 - Composição de fibra insolúvel e solúvel (g/100g) do urucum da cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim.

Amostra	A	B
Fibra alimentar insolúvel	1,73 ± 0,23 a	1,96 ± 0,04 a
Fibra alimentar solúvel	0,17 ± 0,02 a	0,16 ± 0,05 a

Valores expressos como média ± desvio padrão.

Letras diferentes na mesma linha representam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Amostra A = Urucum coletado na cidade de Alagoinha. Amostra B = Urucum coletado no Assentamento Senhor do Bonfim – Alagoinha

Não foram encontrados na literatura resultados de fibra solúvel e insolúvel em relação ao urucum, os resultados estatísticos para as duas composições não diferiram significativamente entre si, a fibra alimentar insolúvel apresentou teores maiores em relação às solúveis. Segundo Mira, Graf e Cândido (2009) e Mello e Laaksonen (2009) a fibra alimentar insolúvel é composta por celulose, hemiceluloses e lignina e as fibra alimentar solúvel por pectina, glucanas, gomas e mucilagens.

A Tabela 3 mostra quanto às sementes possuem de umidade e atividade de água

Tabela 3 - Composição de umidade e atividade de água (g/100g) do urucum da cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim.

Amostra	A	B
Aw	0,52 ± 0,01 b	0,63 ± 0,01 a

Valores expressos como média ± desvio padrão.

Letras diferentes na mesma linha representam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Amostra A = Urucum coletado na cidade de Alagoinha. Amostra B = Urucum coletado no Assentamento Senhor do Bonfim.

Os resultados de atividade de água apresentaram diferença significativa entre si, onde a amostra A apresentou valor de 0,52% e amostra B valor de 0,63%. Segundo Demczuk Junior (2012), os teores de atividade de água em algumas de suas sementes foi de 0,585 à 0,771. Em sua pesquisa Brito et al. (2015) verificou o valor de 0,630 no primeiro dia de análise e 0,677 aos 40 dias, constatando que o tempo de armazenamento também influencia nos valores de atividade de água. Os valores encontrados foram próximos ao urucum do Assentamento do Bonfim. Segundo Ferreira Neto et al.(2005), o teor de umidade e teor de atividade de água estão intrinsecamente relacionados, a maioria dos microrganismos precisa de 0,90 a 0,99 para seu crescimento, sendo assim quanto menores os valores, melhores são para evitar a multiplicação de microrganismos. Segundo Franco e Landgraf (1996) os microrganismos que se desenvolvem em menor atividade em alimentos são as leveduras osmofílicas, crescem em atividade de água superior a 0,6, abaixo desse valor eles não se desenvolvem. Diante disso as sementes analisadas não possuem meio favorável para o crescimento de microrganismos.

## 5.2 ANÁLISE DE COMPOSTOS COM AÇÃO ANTIOXIDANTE

### 5.2.1 Análise de Bixina

Os resultados de bixina estão expressos na tabela 4, os teores analisados diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 4 - Teor de carotenoides totais expressos como bixina (g/100g) do urucum da cidade de Alagoinha e Assentamento Senhor do Bonfim.

Amostra	A	B
Bixina	7,59 ± 0,15 a	1,55 ± 0,01 b

Valores expressos como média ± desvio padrão.

Letras diferentes na mesma linha representam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Amostra A = Urucum coletado na cidade de Alagoinha. Amostra B = Urucum coletado no Assentamento Senhor do Bonfim.

A amostra A apresentou maior teor de bixina com valor de 7,59% e a amostra B valor de 1,55%. Ferreira (2013) obteve teores com variação entre 1,04 a 2,21%. Batista (2016) ao verificar sementes da mesma região desta pesquisa observou teores de 1,17%. Taham, Silva e

Barrozo (2015) chegaram ao valor de 4,5% em uma extração convencional utilizando clorofórmio como solvente. Carvalho et al. (2010) analisou teores de 3,12 a 6,26% em sementes da coleção do Instituto Agrônômico (IAC). Franco et al. (2008), chegou a teores de 6% em cultivares Piave plantadas na região oeste do estado de São Paulo. Demczuk Junior (2012) constatou grande variação do conteúdo de bixina, seus valores partiram de 2,85 chegando até 8,07%, sendo os maiores valores vindos da variedade Piave, seus resultados aproximaram-se aos teores presentes na amostra A. Essa variação no teor de bixina pode ser explicada pelo fato de que os alimentos podem apresentar alteração na composição ocasionada por fatores como cultivar, clima, localização geográfica, grau de maturação e parte da planta utilizada (DEMCZUK JUNIOR, 2012).

Tabela 5 - Teor de carotenóides totais expressos como bixina (g/100g) da pasta de bixina e óleo de urucum.

Amostra	Pasta	Óleo
Bixina	91,48 ± 6,0	1,62 ± 0,2

Valores expressos como média ± desvio padrão.

Pasta = Pasta de bixina. Óleo = óleo de urucum.

A pasta apresentou teor de 91,48% enquanto o óleo obteve teor de 1,62%, essa diferença é considerável, pois se tratam de produtos diferentes, possuindo meios de obtenção distintos. O alto valor de bixina presente na pasta é dado pelo fato de se tratar de um produto concentrado de bixina. Silva (2007), ao produzir uma pasta concentrada de bixina obtida a partir da extração com  $\text{NH}_4\text{OH}$  (0,5 N) e etanol em uma concentração de 60% e outra com extração etanol em uma pureza 92,8%, obteve teores de 20,5% de bixina e 33,5% de bixina respectivamente. Souza (2000) ao estudar a pasta concentrada obtida a partir de extração com etanol obteve teor de bixina de 70 a 72%.

A baixa concentração de bixina no óleo é explicada por Carvalho (2010), na indústria existem processos de obtenção da bixina onde o óleo é um subproduto desse processo, os corantes de urucum dissolvido em óleo têm como característica uma baixa concentração de bixina ou norbixina (geralmente inferiores a 1%).



### 5.2.2 Análise de tocotrienóis

A figura 10 a seguir, mostra de forma qualitativa os compostos presentes nas amostras estudadas, na região do visível, após revelação de DPPH. A primeira banda é correspondente ao Urucum obtido no Assentamento Senhor do Bonfim – B, seguida da obtida em Alagoinha – A, óleo de urucum – óleo e pasta de bixina – pasta.

Figura 10 - Bandas dos compostos antioxidantes presentes nas amostras após a utilização do revelador – DPPH.



Fonte: Próprio autor.

A mudança que ocorre na coloração de violeta ao amarelo se dá pelo fato de que o DPPH ao entrar em contato com alguma substância com presença de antioxidantes doadora de hidrogênio pode ser reduzido. Quanto mais potencial antioxidante, maior será a intensidade da cor amarela (BATISTA, 2016; DI MANBRO et al., 2005). Ao observar a figura 9 é possível ver bandas amareladas, indicando que as amostras possuem comportamento de compostos antioxidantes. As bandas em tons alaranjados indicam presença de bixina e as bandas em tons amarelados indicam presença de tocotrienol.

O óleo possui coloração amarelada mais intensa que as demais, ficando mais retida, seguida da amostra A. A amostra B e pasta possuem bandas mais claras, indicando menores quantidades de tocotrienol.

Os tons alaranjados estão retidos com maior intensidade na amostra A e pasta, confirmando os resultados quantitativos apresentados anteriormente com os maiores teores de bixina.

Batista (2016), em sua pesquisa analisou o extrato oleoso de sementes de urucum obtidas na mesma região que as sementes desta pesquisa, utilizou também mesma fase móvel, o autor utilizou a amostra comercial Tocomin 30% como padrão para auxiliar na identificação de isômeros de tocotrienóis na cromatofolha. A amostra comercial é uma suspensão em óleo 30% de tocotrienóis, predominantemente alfa-, beta-, gama- e delta-tocotrienol, e alfa-tocoferol, esqualeno e outros compostos minoritários como os esteróis, predominantemente o beta-sitosterol, e carotenoides, predominantemente o beta-caroteno. Portanto, alguns desses compostos estão presentes no extrato oleoso da semente analisada. Sua análise está expressa na figura 11.

Figura 11 - Bandas dos compostos antioxidantes presentes nas amostras após a utilização do revelador



Fonte: Batista (2016).

A Tabela 6, a seguir, apresenta a altura de eluição dos compostos antioxidantes, presentes nos extratos, na cromatofolha de CCD.

Tabela 6 - Polaridade dos compostos antioxidantes presentes nos extratos na cromatofolha de CCD com altura de eluição e Rf, sendo 8 cm a eluição até a fronteira do solvente.

Amostra	Altura/ cm	Rf, cm/cm
G	5,2	0,650
Pasta	5,3	0,662
B	5,4	0,675
Óleo	5,5	0,687

(Rf): é a razão entre a distância percorrida pelo composto e a distância percorrida pela fase móvel na cromatofolha.

A altura de eluição e Rf é semelhante para todas as amostras. A pesquisa de Batista (2016) indica presença de delta-T3 e gama-T3 em sua amostra, seus resultados apresentaram Rf de 0,675, partindo desses resultados é possível afirmar que estes compostos também estão presentes nas amostras analisadas nesta pesquisa, pois a altura de Rf é semelhante.

Esta é uma análise qualitativa, é preciso quantificar de forma mais precisa os compostos presentes através de HPLC. Porém levando em consideração resultados obtidos por outro autor, já foi possível verificar a presença do T3 em maior intensidade no óleo e Amostra A.

## 6 CONCLUSÃO

Através dos resultados analisados é possível verificar que há diferença entre as sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) pesquisadas nos dois locais, a maior diferença foi em relação ao teor de bixina. Alguns compostos como lipídios e amido também apresentaram diferença significativa.

Os resultados em CCD se confirmam, pois já se sabe que a pasta por ser um produto concentrado apresentaria alto teor de bixina, e o óleo por ser um subproduto da obtenção de bixina, iria apresentar baixo teor de bixina, confirmados também através da análise quantitativa neste trabalho.

Todoas as amostras apresentaram potencial antioxidante, porém como o óleo e a semente de Alagoinha apresentaram maior fração lipídica o teor de tocotrienol também é maior.

A semente comercializada em Alagoinha apresentou melhor qualidade, pois possui alto teor de bixina e maior presença de tocotrienol, que são os compostos de maior interesse das indústrias, sendo assim é possível agregar um maior valor comercial a esta semente.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, A. S. D.; SOUZA, G. C.; SILVA, M. J. M. A.; TUDELA, A.; FREIRE, A. K. F.; PEREIRA, M. B.; GAZOLA R. M. B. **Estudo comparativo do consumo semanal de alimentos fontes de fibras em dois bairros de Porto Velho – RO**. Saber científico, v. 1, n.2, p.189 - 200, jul./dez.,2008
- ALBUQUERQUE, C. L. C. **Obtenção de sementes desengorduradas e de óleo rico em tocotrienóis de urucum por extração supercrítica: estudo dos parâmetros de processo, do aumento de escala e da viabilidade econômica**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2013.
- ALBUQUERQUE, C. L. C.; MEIRELES, M.A.A. **Defatting of annatto seeds using supercritical carbon dioxide as a pretreatment for the production of bixin: experimental, modeling and economic evaluation of the process**. Journal of Supercritical Fluids, v.66, p.86–95, 2012.
- ALBUQUERQUE, C. L. C.; SILVA, M. G.; CARVALHO, P. R. N.; MEIRELES, M. A. A. **Extração supercrítica de tocotrienóis de urucum: experimentos cinéticos, composição química, validação do aumento de escala e viabilidade econômica**. Artigo em elaboração para ser submetido ao Journal of Supercritical Fluid. 2013.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTSINTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**.17th ed. Gaithersburg: AOAC, 2000.
- AMARAL, L. I. V.; PEREIRA, M. F. D. A.; CORTELAZZO, A. L.; **Formação das substâncias de reserva durante o desenvolvimento de sementes de urucum (*Bixa orellana* L. - bixaceae)**. Sociedade Botânica do Brasil, 2000.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3ª ed. 335p. Viçosa, 2004.

BARBOSA, M. I. M. J. **Microcapsulas de bixina: obtenção, aplicação e estudos de fotodegradação em sistemas-modelo**. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas , Campinas, 2009.

BATISTA, J. D. F. **Óleo funcional de urucum – hipocolesterolêmico natural**. João Pessoa, 2016.

BAUTISTA, A. R. P. L, et al. **Avaliação da toxicidade oral subcrônica da bixina para ratos**. Revista Brasileira de Ciências Farmacológicas, v. 40, p. 229-233, 2004.

BORGES, L. L.; LUCIO, T. C.; GIL, E. S.; BARBOSA. E. F. **Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade antioxidante em produtos naturais**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; Pág. 8; 2011.

BOUVIER, F.; SUIRE, C.; MUTTERER, J.; CAMARA, B. **Oxidative remodeling of chromoplast carotenoids: identification of the carotenoid dioxygenase CsCCD and CsZCD genes involved in crocus secondary metabolite biogenesis**. Plant Cell, v. 15, p. 41-62, 2003

BOUVIER, F.; DOGBO, O.; CAMARA, B. **Biosynthesis of the food and cosmetic plant pigment bixin (annatto)**. Science, v. 27, p. 2089-2081, 2003.

BRAGA, M. E.; LEAL; P. F., CARVALHO, J. E.; MEIRELES, M. A. A. **Comparison of yield, composition, and antioxidant activity of turmeric (Curcuma longa L.) extracts obtained using various techniques**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 51, n. 22, p. 6604-6611, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Métodos Analíticos para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes – LANARA**. Brasília, 1989.

BRITO, J. G; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; OLIVEIRA, A. S. **Armazenamento de grãos residuais de urucum sob atmosfera controlada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.19, n.12, p.1185–1191, 2015.

CARVALHO, P.R.N.; HEIN, M. **Urucum – uma fonte de corante natural**. Coletânea ITAL, Campinas, v.19, n.1, p.25-33, 1989.

CARVALHO, P. R. N.; SILVA, M. G.; FABRI, E. G.; TAVARES P. E. R.; MARTINS, A. L. M.; SPATTI, L. R. **Concentração de bixina e lipídios em sementes de urucum da coleção do Instituto Agronômico (IAC)**. Bragantia. Campinas, v. 69, n. 3, p519-524, 2010.

CARDARELLI, C. R.; MERCADANTE, A. Z. **Propriedades Antioxidantes e de Cor de Extratos de Urucum**. Congresso Interno de Iniciação Científica. UNICAMP: Campinas, 2006.

CARVALHO, P. R. N.; SILVA, M. G.; FABRI E. G.; TAVARES P. E. R. T.; MARTINS, A. L. M.; SPATTI, L. R. **Concentração de bixina e lipídios em sementes de urucum da coleção do Instituto Agronômico (IAC)**. Bragantia, Campinas, v. 69, n. 3, p519-524, 2010.

CASTRO, C. B.; MARTINS, C. S.; FALES, I. C.; NAZARE, R. F. R.; KATO, O. H.; BENCHIMOL, R. L.; VENTURIERI, M. M. . **A Cultura do Urucum**. 2ª. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 61p; 2009.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. rev. Campinas: UNICAMP, 2003.

CHUYEN, H. V.; NGOC HOI, N. T. & EUN J-B. **Improvement of bixin extraction yield and extraction quality from annatto seed by modification and combination of different extraction methods**. Inter. J. Food Sci. Technol., v. 47, 1333–1338p.; 2012.

CORLETT, F. M. F; BARROS, A. C. S. A; VILLELA, F. A. **Qualidade fisiológica de sementes de urucum armazenadas em diferentes ambientes e embalagens**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 29, nº 2, p.148-158, 2007.

COSTA, C. L. S.; CHAVES, M. H. Extração de pigmentos da semente de *Bixa orellana* L.: uma alternativa para disciplinas experimentais de química orgânica. Química Nova, v. 28, n.1, p. 149-152, 2005.

COSTA, C. K. **Estudo fitoquímico de *Bixa orellana* L., bixaceae e aplicação de seu óleo em formulação cosmética.** Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas. Universidade Federal do Paraná, Curitiba – 2007.

DEMCZUK JUNIOR B. **Estabilidade e aplicação do corante de urucum no estado do Paraná.** Tese para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná, Curitiba – 2012.

DI MAMBRO, V.M.; MARQUELE, F.D.; FONSECA, M.J.V. **Avaliação *in vitro* da ação antioxidante em formulações antienvelhecimento.** *Cosmetic & Toiletries*, v.17, n.4, p.74-78, 2005.

DITCHFIELD, C. **Estudos dos métodos para a medida da atividade de água. Dissertação (Mestrado em Engenharia).** Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 195p., 2000.

ENGLYST, H. N.; HUDSON, G. J. **The classification and measurement of dietary carbohydrates.** *Food Chem.* v.57, n.1, p.15-21, 1996.

FABRE, L. C. **Forno combinado: suas vantagens em relação à técnica de imersão em óleo.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em nutrição). Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Criciúma, 2010

FABRI, E.G. **Demanda por corantes naturais aquece mercado brasileiro de urucum.** São Paulo. *Jornal do Brasil*. São Paulo, Ago. 2015.

FERREIRA NETO, C.; NASCIMENTO, E. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; Melo, A. J. de M. **Microbiologia de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante o armazenamento.** *Ciência Rural*, v.34, p.1-3, 2005.

FERREIRA. R. L. **Métodos para avaliar a qualidade de sementes de urucum: viabilidade e vigor.** Tese apresentada para o título de Doutor em Ciências. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2013.



FRANCO, C. F. O. **EMEPA extrai do urucum o mais elevado teor de corante do Brasil.** 13 de julho de 2007. Available in: < <http://www.paraiba.pb.gov.br/> >, Access in 09/01/2017.

FREGA, N.; MOZZON, M.; BOCCI, F. **Identification and estimation of tocotrienols in the annatto lipid fraction by gás chromatography-mass spectrometry.** Journal of the American Oil Chemists' Society, v. 75, n. 12, p. 1723-1727, 1998.

FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C.; FILHO, J. C.; NETO, M. B.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; FONTINELLI, I. E. C. **Urucuzeiro agronegócios de corantes naturais.** 120 p. João Pessoa: EMEPA-PB, 2002.

GARCIA, E. A.; MOLINO, A. B.; BERTO, D. A.; PELÍCIA, K.; OSERA, R. H.; FAITARONE, A. B. G. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. Vet. E Zootec., p. 689-697, v.16, n.4, dez., 2009.

GIULIANO, G.; ROSATI, C.E.; BRAMLEY, P.M. **To dye or not to dye: biochemistry of annatto unveiled.** Trends in Biotechnology, Amsterdam, v.21, n.12, p.513-516, 2003.

GLÓRIA, M.B.A. **Potencial de utilização do urucum.** In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DO URUCUM, 2006, João Pessoa. Anais. João Pessoa: EMEPA, 2006.

IBGE. **Produção agrícola e municipal - Culturas Temporárias e Permanentes.** Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físicos e Químicos para alimentos.** Ed. Online. São Paulo, 2008.

IROBI, O. N.; MOO-YOUNG, M.; ANDERSON, W.A. **Antimicrobial activity of annatto (*Bixa orellana* L.) extract.** Pharmaceutical Biology, v.34, n.2, p.87-90, 1996.

JAKO, C.; COUTU, C.; ROEWER, I.; REED, D.W.; PELCHER, L.E.; COVELLO, P.S. **Probing carotenoid biosynthesis in developing seed coats of *Bixa orellana* (Bixaceae) through expressed sequence tag analysis.** Plant Science, v.163, p.141-145, 2002

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. **Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada.** Revista Brasileira de Zootecnia., v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

JOINT FAO/WHO EXPERT COMMITTEE ON FOOD ADDITIVES. **List of substances scheduled for evaluation and request for data.** 16p. Roma: 2002

KILL, J. L.; SILVEIRA, E. R.; SILVA, F. C . O. Valor nutritivo de sementes processadas de urucum para suínos em crescimento. In: ZOOTECA, Campo Grande, MS, 2005.

KIOKIAS, S.; OREOPOULOU, V. **Antioxidant properties of natural carotenoid extracts against the AAPH-initiated oxidation of food emulsions.** Innovative Food Science & Emerging Technologies, Amsterdam, v.7, p.132-139, 2006.

LEMO, A.R.; RÊGO JÚNIOR, N.O.; SÃO JOSÉ, A.R.; PEREIRA, M.L.A.; SILVA, M.V. **Atividade antioxidante e correlação com fenólicos totais em genótipos de Urucum (Bixa orellana L.).** Rev Inst Adolfo Lutz. São Paulo; 70(1):62-68, 2011.

LI, B.W., CARDOZO, M.S. **Determination of total dietary fiber in foods and products with little or no starch, non-enzymatic-gravimetric method: collaborative study.** Journal of AOAC International, Beltsville, v.77, n.3, p.687-689, 1994.

LIMA, L. R. P.; OLIVEIRA, T. T.; NAGEM, T. J.; PINTO, A. S.; STRINGHETA, P. C.; TINOCO, A. L. A.; SILVA, J. F. **Bixina, Norbixina e Quercetina e seus efeitos no metabolismo lipídico de coelhos.** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science. São Paulo, v. 38, n. 4, p. 196-200, 2001.

LUIGGI, F. G. **Extrato oleoso de urucum na alimentação de frangos de corte.** Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista. BOTUCATU - SP, 2015.

LUNA, A., M. C. LÁBAQUE, J. A. ZYGADLO, AND R. H. MARIN. **Effects of thymol and carvacrol feed supplementation on lipid oxidation on broiler meat.** Poult Sci. 89: 366-370. 2010.

MEIRELES, M. A. A. **Extraction of Bioactive Compounds from Latin American Plants.** In: J. Martinez (Org.). Supercritical fluid extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. Boca Raton: CRC Press – Taylor & Francis Group, p. 243274. 2008.

MERCADANTE, A. Z.; STECK, A.; PFANDER, H. **Isolation and identification of new apocarotenoids from annatto (*Bixa orellana*) seeds.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 45, p. 1050-1054, 1997.

MIRA, G. S.; GRAF, H.; CÂNDIDO, L. M. B. **Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em betaglucanas no tratamento do diabetes.** Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 45, n. 1, jan./mar., 2009

MOREIRA, V. S. **Atividade antioxidante e caracterização físico-química de variedades de urucueiros in natura e encapsulado.** Dissertação (Mestrado em engenharia de alimentos), Universidade Estadual DO Sudoeste Da Bahia. Itapetinga Bahia-Brasil, 2013.

MORETTO, E. FETT R.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M. **Introdução à ciência de alimentos.** Editora da UFSC, 255p., 2002.

OLIVEIRA, A. C. A. X.; SILVA, I. B.; MANHÃES-ROCHA, D. A.; PAUMGARTTEN, F.J.R. **Induction of liver monooxygenases by anatto and bixin in females rats.** Brazilian Journal Of Medical and Biological Research, p.113-118, 2003.

OLIVEIRA, J. S. **Caracterização, extração e purificação por cromatografia de compostos de urucum (*Bixa orellana* L.).** Tese de Doutorado em Engenharia Química. 192p. Universidade Federal de Santa Catarina , Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, J.S. **Purificação de compostos de urucum por processo absorptivo.** Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.

OLIVEIRA NETO, F.B.; FREIRE, L.C.C.; XAVIER, A.R.F. **Estudo Químico de plantas do Rio Grande do Norte: Avaliação do teor de fenóis e atividade antioxidante.** VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas- TO, 2012.

PACHECO, S. D. G. **Uso do sal de bixina extraído do urucum (*Bixa orellana* L.) como substituinte do nitrito de sódio em produtos cárneos reestruturados. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas).** Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

PANFILI, G.; FRATIANNI, A.; IRANO, M. **Normal phase high-performance liquid chromatography method for the determination of tocopherols and tocotrienols in cereals.** Journal agriculture food chemistry, 2003.

PRADO, J.M. **Estudo do aumento de escala do processo de extração supercrítica em leito fixo.** Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

QUEIROZ, E. A. **Níveis de farelo de urucum (*Bixa Orellana* L.) em rações à base de sorgo para poedeiras comerciais.** Master Tesis. Univ Fed Rural Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

RIOS, Alessandro de Oliveira. **Carotenóides de urucum: desenvolvimento de método analítico e avaliação da estabilidade em sistema-modelo.** Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2004.

RODRIGUES, L.M. **Obtenção de extratos com bixina a partir de sementes de urucum desengorduradas: estudo dos parâmetros de processo..** Dissertação (Mestrado em engenharia de alimentos), Universidade Estadual De Campinas. Campinas, 2013

SANTANA, K. C., P. A. GUEDES, T. N. H. REBOUÇAS, A. R. SÃO JOSÉ, O. L. LEMOS, M. T. R. VILA, AND M. J. L. **Teores de bixina em urucum (*Bixa orellana*) 'Piave Vermelha', em diferentes acondicionamentos e temperaturas.** 2008.

SANTOS, F. A.; QUEIROZ, J. H.; COLODETTE, J. L; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V. M.; SEBASTIÃO T. **Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol.** Quim. Nova, Vol. 35, No. 5, 1004-1010, 2012.

SANTOS, J. A. B. dos. **Análise comparativa entre técnicas de processamentos para extração de pigmentos nas sementes de urucum.** Tese (Engenharia de Processos) Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande–PB, 2007

SANDI, M. P., CUEN, M. BACERRA, R. **El Achiote, Boletín Bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Biodiversitas**, Ano 7, nº46, 7-11, enero 2003.

SARON, C.; FELISBERTI, M.I. **Ação de colorantes na degradação e estabilização de polímeros.** Química Nova, v. 29, n. 1, p. 124-128, 2006.

SILVA M. L. C.; COSTA R. S.; SANTANA A. L. C.; KOBLITZ M. G. B. **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010

SILVA, M. G.; LUIZ, F. A.; ROCHA, F. W.; LEAL, R. N.; CARVALHO, P. R. N. **Validação do método analítico de determinação de geranilgeraniol em sementes de urucum.** In: REUNIÃO NACIONAL DA CADEIA DE URUCUM, 2ª, 2010, Campinas, SP. Palestras e Resumos. Instituto Agrônômico e Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP, 2010.

SILVA, S. D. N. S.; AMARAL, C. L. F.; REBOUÇAS, T. N. **Adoção das práticas de conservação on farm e de seleção de variedades pelos produtores de urucum no município de Vitória da Conquista–BA.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 5, n. 1, p. 106-113, 2010.

SILVA, P. I. **Métodos de extração e caracterização de bixina e norbixina em sementes de urucum (Bixa orellana L.).** Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. 145 p. Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2007.

SOAVE, B.P. **Avaliação da composição centesimal de preparações fortificadas com ferro destinadas a Alimentação Escolar.** 2006.

SOUZA, D. H. **Avaliação nutricional do resíduo da semente do urucum e sua utilização em rações para frangos de crescimento lento contendo sorgo como principal fonte de energia.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.

TAHAM, T.; SILVA, D. O.; BARROZO M. A. S. **Recuperação de bixina das sementes de urucum (*Bixa orellana* L.) utilizando uma nova configuração para o leito de jorro.** ENEMP, Congresso Brasileiro de sistemas particulados, São Carlos – SP, 2015.

TAN, B. **Appropriate spectrum vitamin E and new perspectives on desmethyl tocopherols and tocotrienols.** Journal American Nutraceutical Association, v. 8, p. 35–42, 2005.

TOCCHINI, L.; MERCADANTE, A. Z. **Extração e determinação, por CLAE, de bixina e norbixina em coloríficos.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 21(3): 310-313, 2001.

TONANI, F. L.; RUGGIERI, A. C.; GUIM, A.; ANDRADE, P.; QUEIROZ, A. C.; H. SANTOS, Q.; MALHEIROS E. B. **Avaliação nutricional do resíduo de urucum (*Bixa orellana*, L.), após a extração do corante.** 2000.

TORRES, G.F.; SALGADO, S.M.; LIVEIRA, A. V. S.; GUERRA, N. B. **Efeito do processo hidrotermico sobre o teor de fibra alimentar em hortaliças.** CEPPA, Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v.24, n.2, p.337-346, jul./dez. 2006.

VASCONCELLOS, J. A. **Alimentos funcionales: conceptos y beneficios para la salud.** **The World of Food Science.** Disponível em: <[http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/ateneo/dossier/alimentos\\_funcionales/worldfoodscience/alimentosfuncionales.htm](http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/ateneo/dossier/alimentos_funcionales/worldfoodscience/alimentosfuncionales.htm)> Acesso em: 03. mar. 2017.

VEGGI, P. C.; CAVALCANTI, R. N.; MEIRELES, M. A. A. **Modifier effects on Supercritical Fluid Extraction (SFE) of some Brazilian plants: Antioxidant activity and Economical evaluation.** Procedia Food Science, v. 1, p. 1717-1724, 2011.

VEGGI, P. C. **Obtenção de compostos fenólicos de plantas brasileiras via tecnologia supercrítica utilizando cossolventes e extração assistida por ultrassom.** Doutorado Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2013.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; PERDOMO, D. M. X. **Amido disponível e resistente em alimentos: adaptação do método da AOAC 996.11.** Alim. Nutr., Araraquara v. 16, n. 1, p. 39-43, jan./mar. 2005.

## **APÊNDICES**



## Apêndice A – Resultados estatísticos para cinzas

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo temporário Data 04/05/2017 Hora 18:42:45
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0.40042	0.40042	40.3104 **
Resíduo	4	0.03973	0.00993	
Total	5	0.44015		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	4	21.1977	40.3104	0.0031

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	5.74333 a
2	5.22667 b
dms =	0.22614

MG = 5.48500

CV% = 1.82

Ponto médio = 5.54000

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.87165	0.23286	Sim

#### DADOS

5.72	5.89	5.62
5.26	5.23	5.19

#### OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Apêndice B – Resultados estatísticos para proteínas

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo temporário Data 04/05/2017 Hora 18:52:00
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0.27735	0.27735	4.4782 ns
Resíduo	4	0.24773	0.06193	
Total	5	0.52508		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	4	7.7086	4.4782	0.1016

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	11.55667 a
2	11.12667 a
dms =	0.56467

MG = 11.34167

CV% = 2.19

Ponto médio = 11.41000

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.95159	0.75312	Sim

#### DADOS

11.24	11.59	11.84
11.07	10.98	11.33

#### OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Apêndice C – Resultados estatísticos para Lipídios

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo temporário Data 04/05/2017 Hora 18:47:46
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	3.05307	3.05307	54.4542 **
Resíduo	4	0.22427	0.05607	
Total	5	3.27733		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	4	21.1977	54.4542	0.0017

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	4.12000 a
2	2.69333 b
dms =	0.53726

MG = 3.40667

CV% = 6.95

Ponto médio = 3.49500

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.86976	0.22524	Sim

#### DADOS

4.43	4.03	3.90
2.91	2.56	2.61

#### OBSERVAÇÕES



Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Apêndice D – Resultados estatísticos para Umidade

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo umidades.TXT Data 04/05/2017 Hora 18:14:11
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0.19082	0.19082	1.3988 ns
Resíduo	4	0.54567	0.13642	
Total	5	0.73648		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	4	7.7086	1.3988	0.3023

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	9.25333 a
2	9.61000 a
dms =	0.83804

MG = 9.43167

CV% = 3.92

Ponto médio = 9.28000

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.84611	0.14636	Sim

#### DADOS

9.80	9.20	8.76
9.60	9.60	9.63

#### OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12



## Apêndice E – Resultados estatísticos para Atividade de água

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo temporário Data 04/05/2017 Hora 19:16:38
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0.01859	0.01859	738.7815 **
Resíduo	4	0.00010	0.00003	
Total	5	0.01869		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	4	21.1977	738.7815	<.0001

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	0.52300 b
2	0.63433 a
dms =	0.01138

MG = 0.57867

CV% = 0.87

Ponto médio = 0.57850

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.74680	0.01853	Não

#### DADOS

.528	.523	.518
.635	.629	.639

#### OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Apêndice F – Resultados estatísticos para Amido

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo Amido.TXT Data 07/05/2017 Hora 22:06:46
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	5.62795	5.62795	1155.4585 **
Resíduo	4	0.01948	0.00487	
Total	5	5.64744		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	4	21.1977	1155.4585	<.0001

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	7.21297	b
2	9.14997	a
dms =	0.15835	

MG = 8.18147

CV% = 0.85

Ponto médio = 8.19770

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.73366	0.01372	Não

#### DADOS

7.1612	7.2650	7.2127
9.0663	9.2342	9.1494

#### OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Apêndice G – Resultados estatísticos para Fibra alimentar total

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo temporário Data 18/05/2017 Hora 19:18:08
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0.04580	0.04580	2.1249 ns
Resíduo	2	0.04311	0.02155	
Total	3	0.08890		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	2	18.513	2.1249	0.2821

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	1.90650 a
2	2.12050 a
dms =	0.63220

MG = 2.01350

CV% = 7.29

Ponto médio = 1.94500

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.78359	0.07590	Sim

#### DADOS

2.053	1.760
2.111	2.130

#### OBSERVAÇÕES



Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Apêndice H – Resultados estatísticos para Fibra alimentar solúvel

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo temporário Data 18/05/2017 Hora 19:05:55
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0.00008	0.00008	0.0559 ns
Resíduo	2	0.00290	0.00145	
Total	3	0.00298		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	2	0.0013	0.055862	0.835

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	0.17300 a
2	0.16400 a
dms =	0.16398

MG = 0.16850

CV% = 22.60

Ponto médio = 0.16400

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.94581	0.69005	Sim

#### DADOS

.158	.188
.129	.199

#### OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12



## Apêndice I – Resultados estatísticos para Fibra alimentar insolúvel

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo FBII.TXT Data 18/05/2017 Hora 19:02:02
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	0.04973	0.04973	1.8473 ns
Resíduo	2	0.05384	0.02692	
Total	3	0.10357		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	2	18.513	1.8473	0.3069

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	1.73300 a
2	1.95600 a
dms =	0.70655

MG = 1.84450

CV% = 8.90

Ponto médio = 1.77650

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.80246	0.10670	Sim

#### DADOS

1.895	1.571
1.982	1.930

#### OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Apêndice J – Resultados estatísticos para bixina das sementes de urucum

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo temporário Data 25/05/2017 Hora 15:03:16
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	36.48160	36.48160	3301.5023 **
Resíduo	2	0.02210	0.01105	
Total	3	36.50370		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	2	98.5	3301.5023	<.0001

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	7.59500 a
2	1.55500 b
dms =	0.45267

MG = 4.57500

CV% = 2.30

Ponto médio = 4.62500

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.74447	0.03424	Não

#### DADOS

7.49	7.70
1.56	1.55

#### OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Apêndice L – Resultados estatísticos para bixina da Pasta de bixina e óleo de urucum

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo temporário Data 25/05/2017 Hora 15:19:52
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	8073.92103	8073.92103	484.6400 **
Resíduo	2	33.31925	16.65963	
Total	3	8107.24028		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	2	98.5	484.64	0.0018

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	91.48000 a
2	1.62500 b
dms =	17.57660

MG = 46.55250

CV% = 8.77

Ponto médio = 48.53500

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.76758	0.05565	Sim

#### DADOS

95.56	87.40
1.74	1.51

#### OBSERVAÇÕES



Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12

## Apêndice M – Resultados estatísticos para Carboidratos

```
=====
ASSISTAT Versão 7.7 pt (2017) - Homepage http://www.assistat.com
Por Francisco de A. S. e Silva - UFCG-Brasil - Atualiz. 01/03/2017
=====
Arquivo temporário Data 25/05/2017 Hora 11:45:55
```

### EXPERIMENTO INTEIRAMENTE CASUALIZADO

#### QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	1	6.25000	6.25000	40.2447 *
Resíduo	2	0.31060	0.15530	
Total	3	6.56060		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
1	2	18.513	40.2447	0.0239

#### MÉDIAS E MEDIDAS

##### Médias de tratamento

1	66.93000 b
2	69.43000 a

dms = 1.69702

MG = 68.18000

CV% = 0.58

Ponto médio = 68.22500

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

#### Normalidade dos dados (alfa = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	p-valor	Normal
Shapiro-Wilk (W)	0.89304	0.39731	Sim

#### DADOS

66.70	67.16
69.11	69.75

#### OBSERVAÇÕES

Estes resultados terão validade se só se as exigências da ANOVA foram atendidas, ela não é apenas cálculos para dados quaisquer

O Assistat não é responsável por resultados incoerentes devidos a utilização inadequada de análise ou teste, feita pelo usuário

Quando F se aproxima mas não atinge a significância mesmo assim o Teste de Tukey poderá encontrar diferença significativa entre a maior e a menor média e também poderá ocorrer o inverso. Esse caso é previsto na literatura e também ocorre com outros testes de comparação. Não entenda essa ocorrência como erro na análise

#### SIGLAS E ABREVIACÕES

FV = Fonte de variação    GL = Graus de liberdade  
 SQ = Soma de quadrado    QM = Quadrado médio  
 F = Estatística do teste F    MG = Média geral  
 CV% = Coeficiente de variação em %  
 dms = Diferença mínima significativa

#### REFERÊNCIA DO ASSISTAT

Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res. Vol. 11(39), pp. 3733-3740, 29 September.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

No formato do Brasil

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.  
 DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

OBS: Estes resultados estão em fonte Courier New de tamanho = 12



**Apêndice N – Ficha técnica da Pasta de bixina.****Produto:** PASTA CONC. DE URUCUM**Quantidade:** 5 KG**Lote:** ID217102**Data de Fabricação:** 11/02/2017**Data de Validade:** 11/02/2018**Embalagem:** Não informado**Análises Físico-Químicas**

<b>Análises</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidade</b>	<b>M</b>
Bixina	19,73	%	70
pH	2,66	-	69
Razão de cor	1,957	-	69
Umidade	45,93	%	69

<b>Análises</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidade</b>	<b>M</b>
Aspecto	Pasta	69	
Cor	Vermelho	69	
Odor	Característico	69	

\*\* A intensidade da cor pode variar de acordo com a safra e procedência da matéria-prima, quando aplicável.

<b>M</b>	<b>Métodos de Referência</b>
69	Normas Analíticas do IAL - 2005
70	Normas Analíticas do IAL - 2005 (Modificado)

**Apêndice O – Ficha técnica do óleo de urucum.**

**Product:** ANNATTO OIL DC  
**Quantity:** 5 KG  
**Production date:** 03/24/2017  
**Packages:** SAMPLE

**Lot:** ID217103  
**Validity date:** 09/24/2017

**Physical-chemical Analysis**

Analysis	Results	Unity
Bixin	1.651	%
Specific Gravity	0.968	g/mL
Fat	76.94	%
Moisture	6.85	%

**Sensorial analysis**

Analysis	Results	Standard
Apparence	Oil	Oil
Colour	Reddish brown	Reddish brown
Odour	Characteristic	Characteristic


**Viviane Rodrigues Ferraccioli**

Quality Control  
 CRQIV 04349349  
 CREA 5061166498  
 viviane.ferraccioli@kraki.com.br